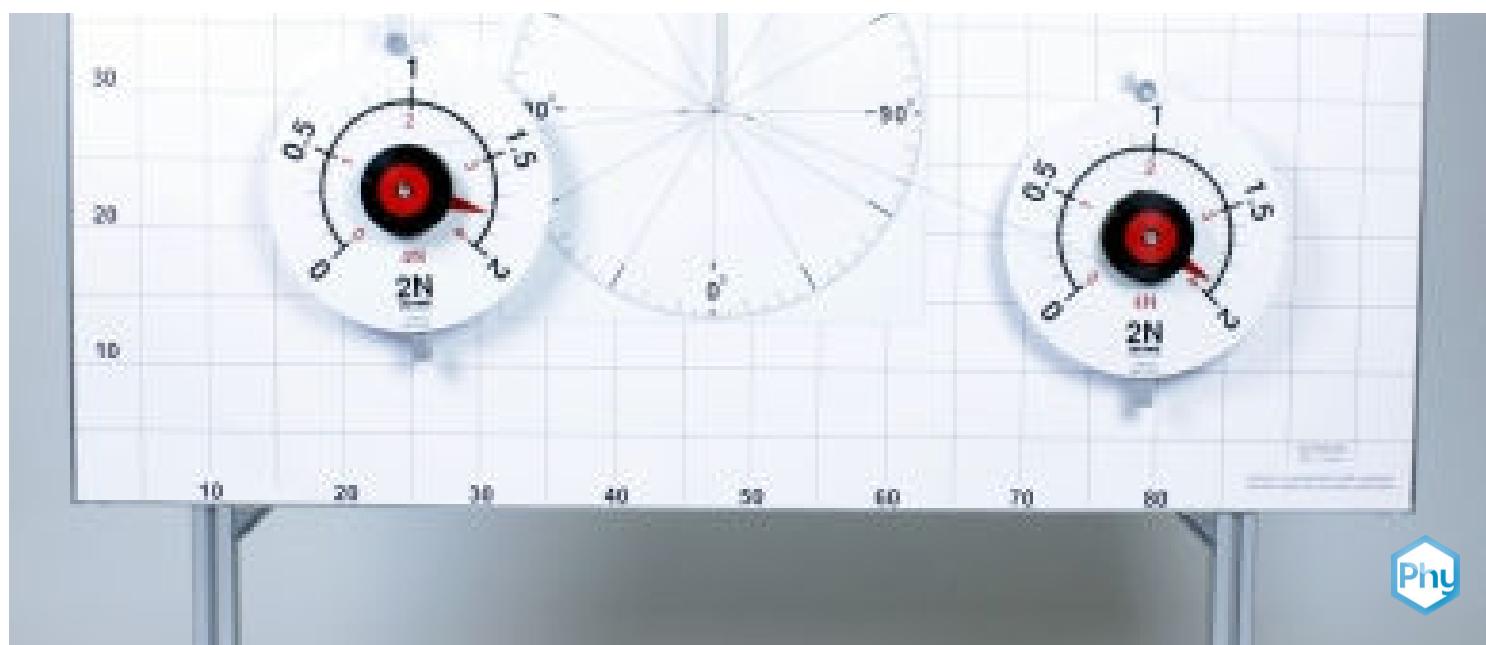


Zusammensetzung nicht paralleler Kräfte



Physik

Mechanik

Kräfte, Arbeit, Leistung & Energie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

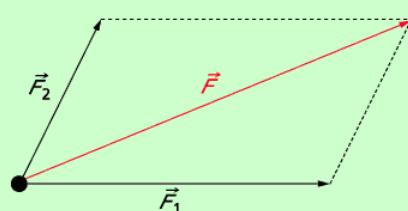
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6377b438c27fe60003589b08>



Allgemeine Informationen

Anwendung



Kräfteaddition

Eine Kraft gibt an, wie stark ein Körper bewegt oder verformt wird.

Kräfte sind gerichtete (vektorielle) Größen: \vec{F}

Wenn auf einen Körper zwei Kräfte wirken, so setzen sich diese Teilkräfte vektoriell zu einer resultierenden Kraft zusammen. Die sogenannte Resultierende kann man rechnerisch oder zeichnerisch ermitteln.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Für diesen Versuch ist kein Vorwissen erforderlich.

Prinzip



Es soll untersucht werden, wie man die Resultierende aus zwei Kräften ermitteln kann, deren Wirkungslinien nicht parallel sind.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Mithilfe eines Kraftmessers kann demonstriert werden, dass die Resultierende aus 2 Kräften, die nicht parallel wirken zeichnerisch ermittelt werden kann.

Aufgaben



- Ermitteln der Resultierende \vec{F}_R aus den gemessenen Beträgen \vec{F}_1 und \vec{F}_2
- Verstehen der zeichnerischen Angehensweise mit dem Parallelogramm

Sicherheitshinweise

PHYWE

Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Haken auf Haftmagnet	02151-03	1
3	Torsionskraftmesser, 2 N/4 N	03069-03	2
4	Maßstab für Demo-Tafel	02153-00	1
5	Schraubenfeder, 20 N/m	02222-00	1
6	Winkelscheibe, magnethaftend	08270-09	1
7	Labor-Marker, abwaschbar, schwarz	46402-01	1
8	Schraubzwinge	02014-00	2

PHYWE

Aufbau und Durchführung

Aufbau

PHYWE

- Haken auf Haftmagnet am oberen Rand der Demo-Tafel aufsetzen und Schraubenfeder an den Haken hängen
- Beide Kraftmesser darunter so platzieren, dass die am unteren Ende der Schraubenfeder eingehakten Zugschnüre leicht durchhängen
- Beide Kraftmesser justieren und dann so verschieben, dass die Schraubenfeder gedehnt wird, z. B. um etwa 7 cm Winkelscheibe so auf die Demo-Tafel auflegen, dass ihr Mittelpunkt exakt hinter dem unteren Ende der Schraubenfeder liegt (Abb. 1)

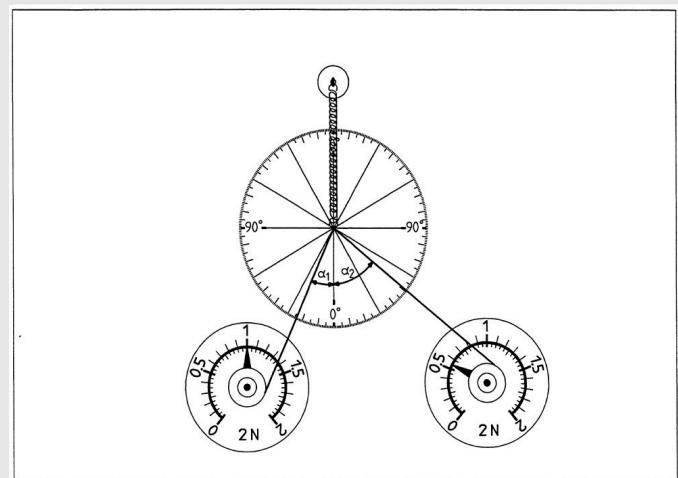


Abbildung 1

Durchführung (1/2)

PHYWE

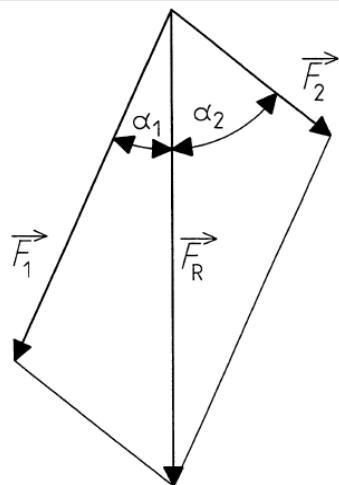


Abbildung 2

- Die von den Kraftmessern angezeigten Kräfte F_1 und F_2 ablesen und die Winkel α_1 und α_2 messen, die ihre Wirkungslinien mit dem Lot auf die Waagerechte der Winkelscheibe einschließen
- Ergebnisse in Tabelle 1 notieren
- Die Lage der Kraftmesser, aber nicht die Lage der Winkelscheibe verändern und die jeweiligen Beträge von \vec{F}_1 und \vec{F}_2 sowie die zugehörigen α_1 und α_2 ermitteln (einschließlich des Falles α_1 und $\alpha_2 = 90^\circ$); dabei vor jeder Messung darauf achten, dass das untere Ende der Schraubenfeder (der Angriffspunkt der Kräfte) über dem Mittelpunkt der Winkelscheibe liegt; Messwerte in Tabelle 1 eintragen

Durchführung (2/2)

- Nach der letzten Einstellung einen Kraftmesser entfernen und mit dem anderen die Kraft F_R messen, die für die Dehnung der Schraubenfeder bis zum Mittelpunkt der Winkelscheibe erforderlich ist, und den Wert für F_R notieren
- Für eine zweite Versuchsreihe eine andere Dehnung der Schraubenfeder vorgeben, z.B. etwa 10 cm, verschiedene Winkel für \vec{F}_1 und \vec{F}_2 wählen und die Werte in Tabelle 2 eintragen; zum Abschluss wieder F_R ermitteln
- Zur grafischen Auswertung beide Kraftmesser entfernen und mit Hilfe der Winkelscheibe und des Maßstabes mit dem Folienstift für einen der untersuchten Fälle das Kräfteparallelogramm auf der Demo-Tafel konstruieren (Abb. 2)

Auswertung (1/3)

Aus den Tabellen 1 und 2 ist ersichtlich, dass die Summe der Beträge von \vec{F}_1 und \vec{F}_2 stets größer als der Betrag von \vec{F}_R und um so größer ist, je größer der von den Kräften eingeschlossene Winkel α_1 und α_2 ist. \vec{F}_1 und \vec{F}_2 rufen in jedem Fall die gleiche Wirkung hervor wie die Kraft \vec{F} ; \vec{F} wird deshalb als Resultierende \vec{F}_R bezeichnet, \vec{F}_1 und \vec{F}_2 als ihre Komponenten.

Tabelle 1 (Messbeispiel)

F_1/N	F_2/N	$\alpha_1/1^\circ$	$\alpha_2/1^\circ$	F_R/N	$\frac{F_1+F_2}{N}$	$\frac{\alpha_1+\alpha_2}{1^\circ}$
1,10	1,33	67	50	1,27	2,43	117
1,10	0,64	30	60	1,27	1,74	90
1,02	0,54	24	51	1,27	1,56	75
0,92	0,52	20	39	1,27	1,44	59

Tabelle 2

F_1/N	F_2/N	$\alpha_1/1^\circ$	$\alpha_2/1^\circ$	F_R/N	$\frac{F_1+F_2}{N}$	$\frac{\alpha_1+\alpha_2}{1^\circ}$
1,46	0,77	24	51	1,81	2,23	75
1,57	0,91	30	60	1,81	2,48	90

Auswertung (2/3)

\vec{F}_R lässt sich als Diagonale eines Kräfteparallelogramms ermitteln, dessen Seiten durch die im gleichen Maßstab dargestellten Komponenten gebildet werden.

Zwei Kräfte, deren Wirkungslinien sich schneiden, die also einen gemeinsamen Angriffspunkt haben, lassen sich durch eine einzige Kraft ersetzen. Diese kann durch Konstruktion oder Berechnung ermittelt werden.

Auswertung (3/3)

PHYWE

Es empfiehlt sich, dass die Schüler das Kräfteparallelogramm, das der Lehrer an der Demo-Tafel zeichnet, gleichzeitig in ihren Heften konstruieren.

Der Spezialfall $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$ wurde deshalb vorgesehen, damit die Schüler auch ohne Kenntnisse aus der Trigonometrie die Messergebnisse an einem Beispiel rechnerisch überprüfen können.

Eine weitere Aufgabe könnte die zeichnerische Überprüfung der restlichen Messungen sein.

Die Aufnahme einer exakten Messreihe bei diesem Versuch ist nicht unbedingt nötig. Man kann sich auch mit einer einmaligen Messung von F_1 , F_2 , α_1 und α_2 begnügen und mit dem Wertequadrupel das Kräfteparallelogramm gewinnen. Dann sollte man aber den qualitativen Nachweis dafür erbringen, dass die Komponenten beliebige Winkel einschließen und daraus resultierende unterschiedliche Beträge haben können.